



Zwanzigeins vs. einundzwanzig: Rechenschwache Kinder profitieren von einer stellenwertgerechten Zahlensprechweise

Vivien Hartwig^{1,2}, Anna Kuhl³, Michael von Aster⁴, Peter Morfeld⁵ 

¹Zentrum für Schulische und Psychosoziale Rehabilitation (ZSPR), DRK Kliniken Berlin, Deutschland

²Duden-Institut für Lerntherapie, Oranienburg, Deutschland

³Lern- und Psychotherapeutische Praxis im Bezirk Steglitz-Zehlendorf, Berlin, Deutschland

⁴Modellstation SOMOSA, Winterthur, Schweiz

⁵Zwanzigeins e.V., Schwerte, Deutschland

Zusammenfassung: *Hintergrund:* Deutsche Zahlwörter, wie einundzwanzig, entsprechen weder der Schreibrichtung der Ziffernzahlen noch dem Aufbau des Stellenwertsystems (erst Zehner, dann Einer). *Methode:* 40 rechenschwache Kinder der Klassenstufen 2 bis 6 aus dem Großraum Berlin (Alter: 8 bis 13 Jahre, 25 Mädchen) absolvierten Diktattests mit zweistelligen Zahlen in traditioneller und unverdrehter Zahlensprechweise mit Hilfe der Zwanzigeins-App (randomisiertes 4-Perioden-Experiment mit balanciertem Crossover). Auswertungen erfolgten mit fixed-effects-Regressionsmodellen (linear, Poisson, logistisch). *Ergebnisse:* Die Studie belegt signifikante (stets $p < .05$) und relevante Vorteile einer stellenwertgerechten Sprechweise. Im Mittel wurden die Bearbeitungsdauer um mindestens 10 % und die Fehleranzahl um 68 % reduziert; die durchschnittliche Anzahl fehlerfreier Bearbeitungen stieg um 65 %. *Diskussion:* Es sollte ein wesentlicher Bestandteil des Mathematikunterrichts sowie der therapeutischen Intervention sein, über die Eigenart der deutschen Zahlwörter zu sprechen und die damit verbundenen Schwierigkeiten zu thematisieren. Die Verwendung einer stellenwertgerechten Zahlensprechweise erlaubt einen vereinfachten und stimmigen Zugang zum Dezimalsystem. Durch ein besseres Verständnis für Zahlwörter könnten Kinder tiefere Einsicht in unser dekadisches Stellenwertsystem erlangen, und dies könnte auch dazu beitragen, dauerhafte Schwierigkeiten beim Lernen von Mathematik zu verringern.

Schlüsselwörter: Zahlwortsysteme, unverdrehte Zahlwörter, Zwanzigeins-App, Zahlendiktat, Rechenstörung

“Zwanzigeins” vs. “einundzwanzig”: Children with Poor Numeracy Skills Benefit from Non-Inverted Number Words in German

Abstract: *Background:* German number words, such as “einundzwanzig” (“oneandtwenty”), neither correspond to the writing direction of Indo-Arabic numbers nor to the structure of the place value system (first tens, then ones). *Method:* 40 children from greater Berlin with difficulties in learning mathematics (in grades 2 to 6, 8 to 13 years old, 25 girls) performed a transcoding task (i.e., entering two-digit numbers to dictation) in traditional and non-inverted speech using the Zwanzigeins app (controlled randomized 4-period experiment with balanced cross-over). Analyses were carried out using fixed-effects regression models (linear, Poisson, logistic). *Results:* The study showed significant (always $p < .05$) and relevant advantages of the regular (non-inverted) form of speaking numbers. Average processing time was reduced by at least 10 % and the mean number of errors decreased by 68 % compared to the traditional form. The average number of error-free test periods increased by 65 %. *Discussion:* It should be an essential part of mathematics lessons and of therapeutic interventions to talk about the peculiarity of German number words and the related difficulties. The use of a place value-based number word system allows for simplified and consistent access to the decimal system. A better understanding of number words could give children a deeper insight into our decimal place value system, which could also help to reduce long-term difficulties in learning mathematics.

Keywords: number-word systems, number pronunciation, Zwanzigeins app, dictation of numbers, dyscalculia

Einleitung

Im Deutschen erfolgen das Lesen und Schreiben grundsätzlich von links nach rechts. Bei Zahlen verhält es sich jedoch anders. Im Gegensatz zu Sprachen wie dem Englischen, Ukrainischen, Russischen, Türkischen, Chinesischen oder den romanischen Sprachen wird die Zahl 123 im Deutschen nicht in der stellenwertgerechten Reihenfolge „hundert-zwanzig-drei“ ausgesprochen, sondern in einer verdrehten (teil-invertierten) Abfolge, als „hundert-drei-und-zwanzig“. Diese Art der Aussprache widerspricht sowohl der Logik des Stellenwertsystems, das auf der geordneten Reihenfolge von Hunderten, Zehnern und Einern basiert als auch der Schreibrichtung der Ziffernzahlen im Deutschen. Am Beispiel 123 zeigt sich, dass es sich nicht immer um eine Inversion der Teilzahlwörter im eigentlichen Sinne handelt, also nicht um eine Umkehr in 3–2–1, denn das Zahlwort ist „hundertdreiundzwanzig“ und nicht „dreiundzwanzighundert“. Die betroffenen Zahlwörter sind vielmehr in sich „verdreht“. Dabei drückt das Attribut „verdreht“ das Ergebnis mindestens einer Nachbarvertauschung (Nachbartransposition) aus, also das Vorliegen mindestens eines Nachbarfehlstands in einer Umordnung von Objekten (Permutation ohne Wiederholung). Deshalb sprechen wir im Folgenden von einer verdrehten Zahlensprechweise, ohne hiermit eine negative Bewertung zu verbinden.

Aus entwicklungs- und neuropsychologischer Perspektive stellt die sichere und automatisierte Transkodierung zwischen der sprachlichen und indo-arabischen Repräsentation von Zahlen eine Voraussetzung dar für die neuroplastische Entstehung der abstrakten zahlräumlichen Repräsentation, der ‚mental number line‘, im Scheitelhirn (von Aster, Kaufmann, Caskey & Kucian 2024). Diese ist essenziell für die weitere Entwicklung des mathematischen Denkens: Die unmittelbare Zuordnung des Zahlworts „neunundvierzig“ zu einer räumlichen Position, die etwa in der Mitte zwischen Null und Hundert liegt, kann sich neuronal nur dann festigen, wenn die Zuordnung nicht (mehr) mit Zweifeln darüber behaftet ist, ob dieses Zahlwort eventuell auch eine räumliche Position nahe Hundert, dargestellt durch die Ziffernzahl 94, symbolisieren könnte. Insofern markiert der im deutschen Sprachraum vertraute Fehlertypus des ‚Zahlendrehers‘ eine kulturspezifische Hürde, die ein durchaus weitreichendes Potential für eine Fehlentwicklung der zahlräumlichen Repräsentation entfalten kann. Dies insbesondere dann, wenn zusätzliche Risikofaktoren, wie z. B. Defizite in der Regulation von Aufmerksamkeits- und Arbeitsgedächtnisprozessen oder der räumlichen Vorstellung hinzukommen.

Für Grundschul Kinder, die den Umgang mit den Zahlen im Stellenwertsystem lernen sollen, stellen die Verdrehungen im Zahlwort somit eine Herausforderung dar:

Schipper, Ebeling und Dröge (2018, S. 49f) beschreiben diese Inversion sogar als schwierigste Hürde im Aufbau eines Zahlverständnisses. Zahlreiche neuro- und entwicklungspsychologische Studien belegen die Problematik in einer beeindruckenden Weise empirisch (siehe zum Überblick: Morfeld und Summer, 2024 sowie die Zusammenstellung wichtiger Studien im elektronischen Supplement ESM1). Dementsprechend betont Gaidoschik (2015, S. 177) die Notwendigkeit einer vertieften Auseinandersetzung mit der Zahlwort-Problematik; mit dem Blick auf Schulbücher und gängige Handbücher der Didaktik der Grundschulmathematik stellt er jedoch fest, „dass wir derzeit dieser Aufgabe nicht ausreichend nachkommen“. So gibt es z. B. in dem Lehrbuch von Rathgeb-Schnierer et al. (2023) keine Darstellung der Problematik und entsprechend auch keinen didaktischen Vorschlag, wie damit umgegangen werden soll. Das Thema Sprache wird zwar in der Ausbildung von Lehrkräften seit vielen Jahren thematisiert (Prediger, 2016; Prediger, 2019), aber die deutsche Zahlwortstruktur, obgleich sie eine Sprachstruktur darstellt, findet bislang nur eine unzureichende didaktische Beachtung. Auch in der Lerntherapie ist die Beschäftigung mit der Zahlwortproblematik nicht im Standard der lerntherapeutischen Praxis verankert. So wird zwar in von Aster et al. (2024) das Thema „Zahlwörter“ bei der Darstellung der typischen Entwicklung (Abschnitt 2.1) sowie bei der Darstellung der Defizite in der Zahlen- und Größenverarbeitung (Abschnitt 3.1) behandelt, aber nicht in Abschnitt 5, wo es um Prävention, Förderung, Therapie sowie Prognose geht, also um die Gestaltung der lerntherapeutischen Praxis. Ähnlich wird in Gliksman, Kaufmann & Henik, (2025) die Thematik der verdrehten Zahlwörter auf S. 59 im Unterkapitel 3 (The role of language in developing mathematics and mathematical difficulties) erwähnt, aber im Hauptkapitel 3 (Educational implications and treatment) wird darauf nicht eingegangen.

Ein naheliegender Verbesserungsvorschlag könnte die (zusätzliche) Verwendung einer stellenwertgerechten Zahlensprechweise im Unterricht sein (Morfeld und Summer, 2024; Zwanzigeins e. V., 2025). Allerdings war bislang *prima facie* unklar, ob dies tatsächlich für Schulkinder zu Erleichterungen führt oder im Wesentlichen zu Verwirrungen. Die in ESM1 vorgestellten neuro- und entwicklungspsychologischen Studien verglichen fast ausschließlich Kinder aus unterschiedlichen Sprachkreisen im Querschnitt. Querschnittsstudien leiden jedoch unter dem Problem einer potentiellen Ergebnisverzerrung durch unkontrolliertes Confounding. Somit fehlten insbesondere überzeugende Längsschnittuntersuchungen zu Kindern aus dem deutschen Sprachraum, die Aufgaben in beiden Sprechweisen (traditionell-verdreht vs. stellenwertgerecht) nacheinander lösen. Nun konnte Schmid (2023) erfolgreich eine Längsschnitt-Pilotstudie in drei Schulklassen des zweiten

Schuljahres zu Transkodieraufgaben (digitale Eingabe als indo-arabische Ziffernzahl nach Zahlendiktat) in Österreich durchführen, um Eingabedauer und Zahl der Eingabefehler von diktierten Zahlen in Abhängigkeit von der Zahlensprechweise zu messen. Und aufbauend auf diese Pilotstudie wurde eine umfassendere Longitudinalstudie an 30 Grundschulen in Niederösterreich gestartet (Kramer, Morfeld & Summer, 2025; Kramer, Morfeld & Summer, 2026). Beide Untersuchungen zeigten einen eindeutigen Vorteil der stellenwertgerechten Sprechweise: Die Kinder waren schneller und machten weniger Fehler.

Wir möchten angesichts dieser Ergebnisse allerdings hervorheben, dass nicht alle Lernschwierigkeiten im deutschsprachigen Mathematikunterricht auf das Problem der verdrehten Zahlwörter reduziert werden können. Gleichzeitig gilt jedoch, dass die nicht-stellenwertgerechte Zahlensprechweise nachweislich eine Lernhürde darstellt. Wir verweisen hierzu auf van der Ven, Klaiber & van der Maas (2017), die insbesondere die Häufigkeit von Fehlern im Zahlendiktat durch Vertauschung von Einer- und Zehnerposition in einer Zahl ermittelten. Nun sind im Niederländischen die Zahlwörter verdreht, so dass – wie im Deutschen – spezifische Verdreheregeln während der Transkodierung angewandt werden müssen, um Zahlendrehfehler zu vermeiden. In dieser Studie lösten 25620 niederländische Kinder (letztes Kindergartenjahr bis 6. Schuljahr) insgesamt 4218372 Transkodieraufgaben, wobei in den Zahlendiktaten alle zweistelligen und 290 dreistellige Zahlen vorkamen. Der Schwierigkeitsgrad der Aufgaben wurde so adjustiert, dass der Anteil der richtigen Aufgaben in allen Jahrgängen im Durchschnitt bei 75 % lag. Der Anteil der Kinder, die keine Fehler in Form von Zahlendrehern machten, lag im 2. Schuljahr bei 8 %, stieg dann erwartungsgemäß an, aber war selbst im 6. Schuljahr immer noch deutlich unter 50 %. Der Anteil der Kinder, denen sehr viele Zahlendreher unterliefen, d. h. mindestens die Hälfte der Fehler waren Verdrehungen der Ziffern, lag in der 2. Klasse bei 8 %, fiel dann zwar ab, aber lag in der 6. Klasse immer noch bei 1 %. Somit war der Anteil an Zahlendreherfehlern nicht nur in allen Jahrgängen relevant, sondern es gab Kinder, die die Verdreheregeln grundsätzlich nicht anwenden konnten, sogar bis hin zum 6. Schuljahr. Diese Ergebnisse sind bemerkenswert, da (fast) keine Zahlendreher in Studien beobachtet wurden, die Kinder mit Sprachen ohne Drehungen in der Zahlwortstruktur untersuchten (Klein et al., 2013).

Gaidoschik betont, dass die verdrehte Zahlensprechweise eine besondere Problematik für Kinder mit Rechenschwierigkeiten darstellt (Gaidoschik, 2021, S. 169f). Nach von Aster et al. (2024, S.10) unterlaufen Kindern mit Rechenschwierigkeiten typischerweise Zahlendreher. In einer Studie von Landerl, Bevan & Butterworth (2004) waren Zahlendreher bei ungefähr der Hälfte der rechenschwa-

chen 9-Jährigen beobachtbar. Auch bei älteren Kindern können noch Schwierigkeiten beim Transkodieren festgestellt werden. Verglichen zu Gleichaltrigen waren Kinder mit einer Rechenschwäche der 5. und 6. Klassenstufe signifikant langsamer beim Lesen von ein- und zweistelligen Zahlen (Andersson und Östergren, 2012). Nach einer Handreichung aus dem österreichischen Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung zum schulischen Umgang mit Rechenschwierigkeiten kann diese „Unstimmigkeit von Notation und Sprechweise“ zu „Schwierigkeiten beim Stellenwertverständnis“ führen, was nach Ansicht der Autorinnen ein „Erkennungsmerkmal“ (Symptom) für die Rechenschwäche darstellt (Haller und Gümüs, 2023, S. 26–29). Wir verwenden, wie Haller und Gümüs (2023, S. 26), die Begriffe Rechenschwierigkeiten, Rechenschwäche, Rechenstörung, Dyskalkulie sowie die Umschreibung „Schwierigkeiten beim Rechnenlernen“ in diesem Artikel weitgehend synonym (siehe auch von Aster et al., 2024, Kap. 1.1 und 1.2).

Die österreichischen Studien (Schmid, 2023; Kramer et al., 2025; Kramer et al., 2026) geben zu rechenschwachen Kindern keine belastbare Auskunft, denn in diesen Untersuchungen waren solche Schulkinder unterrepräsentiert. Es nahmen nur Kinder teil, die nach dem Volksschullehrplan beschult wurden (Bundeskanzleramt der Republik Österreich, 2012 bzw. 2023), und der gilt nicht für integrativ geführte Kinder. Um diese Erkenntnislücke zu schließen, haben wir eine Studie zu rechenschwachen Kindern aufgelegt, die folgende Forschungsfragen gesichert beantworten sollte:

1. Gelingt auch rechenschwachen Kindern die Transkodierung (digitale Eingabe als indo-arabische Ziffernzahl nach Zahlendiktat) schneller bei Verwendung einer stellenwertgerechten Sprechweise?
2. Gibt es auch unter rechenschwachen Kindern bei Transkodieraufgaben weniger Fehler (und mehr fehlerfreie Bearbeitungen) bei Verwendung einer stellenwertgerechten Sprechweise?

Zusätzlich wollten wir hinweisende Erkenntnisse zur Beantwortung der folgenden Frage finden:

3. Werden diese (potentiellen) Effekte einer stellenwertgerechten Sprechweise durch Kovariablen modifiziert, wie z. B. Geschlecht, Alter, Zahlwortstruktur der Erstsprache, gleichzeitige Lese-Rechtschreib-Schwäche (LRS) der rechenschwachen Kinder? Insbesondere: sind die (potentiellen) Effekte in allen derartigen Untergruppen gleichgerichtet, d. h. haben sie dasselbe Vorzeichen?

Wir messen die Effekte der beiden Sprechweisen mit Hilfe von Transkodieraufgaben, bei denen eine von der Zwanzigeins-App diktierte Zahl als indo-arabische Ziffernzahl digital von den Kindern eingegeben werden muss. Diese Aufgabenstellung hat eine besondere Relevanz für die Beantwortung der Frage, ob es für rechenschwache

Kinder von Vorteil wäre, wenn Aufgaben in einer stellenwertgerechten Sprechweise gestellt würden (siehe hierzu ESM2).

Unsere Studie befasst sich also mit der spezifischen Frage, ob die Verwendung einer stellenwertgerechten Sprechweise – zusätzlich zur deutschen traditionell-verdrehten Sprechweise – in der Förderung und Therapie von rechenschwachen Kindern eher zu Verwirrung führt oder beim Umgang mit Zahlen hilfreich sein kann (und falls hilfreich, in welchem Umfang).

Methoden

Im Rahmen zweier Masterarbeiten für Integrative Lerntherapie (VH und AK) wurden Grundschul Kinder aus lerntherapeutischen Einrichtungen im Großraum Berlin für die Studie rekrutiert. Alle Kinder waren von einer Rechenschwäche betroffen: Sie waren entweder von fachlicher Seite, in der Regel durch eine kinderpsychiatrische Praxis, gemäß der ICD-10 diagnostiziert oder von der zuständigen Lehrperson als „rechenschwach“ eingestuft und so in die lerntherapeutischen Einrichtungen aufgenommen worden. Die Erziehungsberechtigten willigten vorab schriftlich in die Teilnahme ihrer Kinder an der Untersuchung ein.

Da viele Kinder unter komorbiden Störungen litten, waren diese nicht nur in lerntherapeutischer Behandlung, sondern zusätzlich in einer kinderpsychiatrischen Praxis angebunden oder sie lernten vorübergehend am Zentrum für Schulische und Psychosoziale Rehabilitation in Berlin. In dieser Einrichtung sowie in einer lerntherapeutischen Praxis konnte AK 22 Kinder rekrutieren, wobei es zwei Non-Responder gab: Ein Kind verweigerte die Teilnahme und mit einem weiteren konnte die Testung nur unvollständig realisiert werden, so dass kein auswertefähiger Datensatz vorlag. VH gelang die Rekrutierung von 21 Kindern an den Duden-Instituten Falkensee und Oranienburg. Ein Kind verweigerte die Teilnahme.

Die Kinder wurden nicht auf eine stellenwertgerechte Sprechweise vorbereitet. Eine Einführung in die Testung und die Zahlensprechweise Ze erfolgte erst durch die Studierenden im Einzelsetting. Die Testungen übernahmen VH und AK (je 20 Kinder).

Mittels der Zwanzigeins-App (siehe auf der Startseite von Zwanzigeins e.V., 2025 den Menüpunkt zur „Zwanzigeins-App“) wurde „Hören & Schreiben“ getestet, wobei den Kindern in vier Durchgängen (Perioden) je 10 zufällig gleichverteilt gezogene Zahlen von 11 bis 99 in der traditionell verdrehten Sprechweise Tv (elf, dreiundzwanzig, ...) bzw. in der stellenwertgerechten Sprechweise Ze (zehneins, zwanzigdreie, ...) von der App diktiert wurden. Wir er-

klären die unverdrehte Sprechweise „zehneins“ (Ze) mit Hilfe der Zahlen 11: zehneins, 14: zehnvier, 21: zwanzigeins, 30: dreißig, 46: vierzigsechs (zu Ze siehe auch das Positionspapier von Zwanzigeins e.V., wo diese Sprechweise definiert, diskutiert und empfohlen wird – zu finden auf Zwanzigeins e.V., 2025 unter „Aktivitäten“ und „Vorschlag Zahlensprechweise“). Die Kinder tippten die gehörte Zahl ein. Die für jeden Durchgang benötigte Dauer und die dabei unterlaufenen Fehler wurden von der App gemessen und dokumentiert.

Jedes Kind wurde viermal getestet. Entweder begann das Kind mit Tv, dann waren die nächsten drei Durchgänge Tv, Ze und Ze oder das Kind begann mit Ze, dann folgten Ze, Tv und Tv. Jedes in die Studie einbezogene Kind wurde also entweder in der 4-Perioden-Sequenz Tv Tv Ze Ze oder in der 4-Perioden-Sequenz Ze Ze Tv Tv getestet, wobei allein die Perioden 2 und 4 dieser Sequenzen später zur Hauptanalyse herangezogen wurden (siehe Abb. 1). Alle vier Perioden der Sequenzen wurden nur im Sinne einer Sensitivitätsanalyse gleichzeitig betrachtet.

Die Sequenzen wurden den Kindern zufällig, aber balanciert zugeordnet, so dass (bei gerader Anzahl) die eine Hälfte der Kinder mit der Sprechweise Tv, die andere Hälfte mit der Sprechweise Ze begann. ESM3 enthält Basisdaten zur Studiendurchführung und Vorgaben für die Studierenden, z. B. zu den App-Einstellungen.

Als Zielgrößen (abhängige Variablen) wurden verwendet:

- Y1 = Bearbeitungsdauer = Dauer einer Periode (eines Durchgangs) in Sekunden = Dauer vom Beginn des Diktats der ersten Zahl bis zur korrekten Eingabe von 10 diktierten Zahlen inkl. der Anzeigen (je 0,5 s), dass die jeweilige Zahleneingabe falsch oder korrekt war.
- Y1zus = Y1, aber der Y1-Wert bei Tv verringert um den mittleren Unterschied in der Ansagezeit bei Tv und Ze (durch das zusätzliche „und“ sind die Tv-Zahlwörter im Durchschnitt länger).
- Y2 = Anzahl der Fehler pro Periode.
- Y2neg = fehlerfreie/nicht fehlerfreie Periode; fehlerfrei = jede der 10 diktierten Zahlen eines Durchgangs wurde unmittelbar korrekt eingegeben.

Für die Hauptanalyse ermittelten wir pro Kind die Differenzen in diesen Zielgrößen zwischen Ze und Tv aus der 2. und 4. Periode.

Als potentielle Modifikationsvariablen (Forschungsfrage 3), d.h. als Kovariablen zur Schätzung von Interaktionen mit der Zahlensprechweise, wurden 15 Größen erhoben (siehe ESM4).

Die Ergebnisse wurden grafisch dargestellt. Dazu verwendeten wir Boxplots und Histogramme zur Beschreibung der Verteilungen der Zielgrößen bzw. ihrer Differenzen.

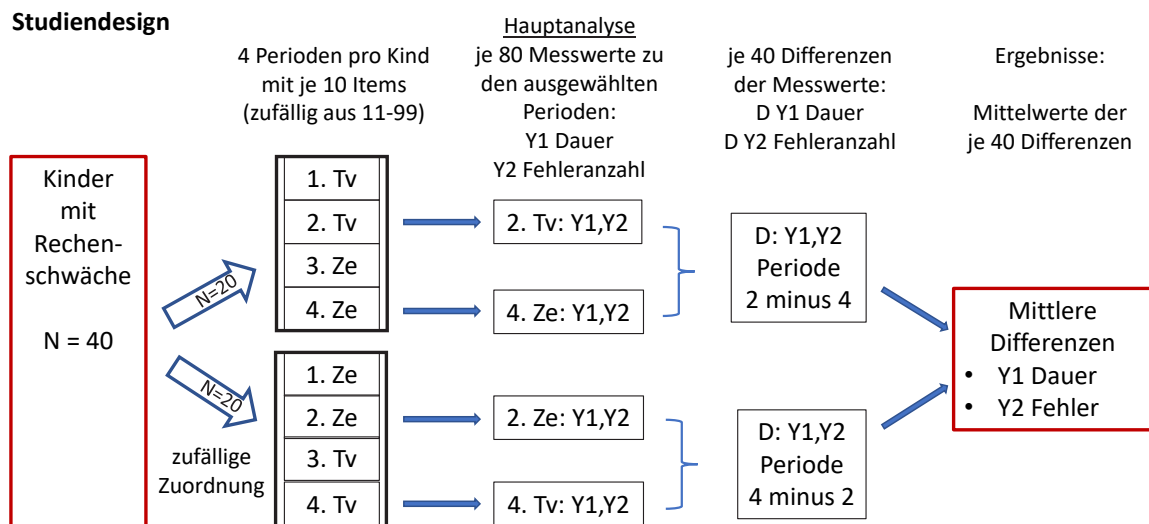


Abbildung 1. Struktur der Untersuchung: randomisiertes 4-Perioden-Experiment mit balanciertem Crossover. Jedes Kind nahm an 4 Testdurchgängen (Perioden) teil, in denen die Zahlendiktate nach einer festgelegten Reihenfolge (Sequenz) in Tv (traditionell-verdrehte Sprechweise) oder in Ze (stellenwertgerechte Sprechweise) erfolgten. Die beiden Sequenzen waren in ihrem Aufbau „über Kreuz“, d. h. Ze-Perioden folgten Tv-Perioden vs. Tv-Perioden folgten Ze-Perioden (Crossover). Die Kinder wurden den Sequenzen hälftig und zufällig zugeordnet (balanciert und randomisiert). Als Messwerte wurden Bearbeitungsdauer Y1 und Fehleranzahl Y2 pro Periode gewonnen. In der Hauptanalyse wurden die Messwerte der 2. und der 4. Periode verwendet. Aus Y1 und Y2 wurden zwei weitere Messgrößen abgeleitet: Y1zus und Y2neg (siehe Text in „Methoden“).

Zusätzlich zu den Analysen absoluter Unterschiede in der Dauer (in Sekunden) führten wir in der Hauptanalyse Auswertungen zu relativen Änderungen von Y1 und Y1zus in % durch (p_{Y1} , p_{Y1zus}). Auswertungen erfolgten in Stata (Statacorp, 2015) mit Regressionsmodellen (linear, Poisson, logistisch) mit festen Effekten (Allison, 2009): Punktschätzer des Effekts, 95%-Konfidenzintervalle (KI) und zweiseitige p-Werte wurden ermittelt.

Details zur Methodik sind in ESM5 zu finden.

Ergebnisse

Es nahmen 40 rechenschwache Schulkinder (Klassenstufen 2 bis 6; 8 bis 13 Jahre, ≤ 10 Jahre: 18 Kinder; 25 Mädchen) an der Untersuchung teil. 33 Kinder hatten eine kinderpsychiatrisch-psychotherapeutisch gestellte Diagnose oder waren in einer solchen Behandlung, 19 waren entsprechend der 5. Achse der ICD-10 (Remschmidt, Schmidt & Poustka, 2012) als besonders belastet anzusehen. 32 Kinder litten unter einer LRS. Bei der Einschulung waren 10 der 40 Kinder zurückgestellt worden. Neun Kinder hatten eine Erstsprache mit stellenwertgerechten Zahlwörtern. Die empirischen Verteilungen zu jeder der 15 erhobenen Kovariablen enthält ESM4. Zu Details individueller Diagnosen und persönlicher Belastungsumstände siehe die frei zugänglichen Masterarbeiten von Hartwig (2025, S. 61–64) und Kuhl (2025, S. 33–35).

Hauptanalyse (2. und 4. Periode): Bearbeitungsdauer

Die Bearbeitungsdauer Y1 sank im Mittel von 47,8 s bei Diktat der Zahlen in traditionell-verdrehter Sprechweise (Tv) auf 39,5 s in stellenwertgerechter Sprechweise (Ze); siehe Tabelle E1 in ESM6. Als Differenz ergab sich der absolute Effekt (Gewinn) durch die Anwendung von Ze zu 8,3 s. Was dies prozentual bedeutet, zeigt Abbildung 2, wo die Verteilung von p_{Y1zus} dargestellt ist. Dies ist der relative Gewinn in der Dauer, also in Prozent gemessen, und zwar bereits mit Korrektur für den Unterschied in den Ansagedauern bei Tv und Ze. Nach Abbildung 2 lagen 80 % der Werte oberhalb von Null, also auf der günstigen Seite für Ze, der Median bei 14,9 %. Der Mittelwert des prozentualen Gewinns durch Ze, d. h. der Mittelwert der Verkürzung der Bearbeitungsdauer, lag bei 11,3 %.

Alle berichteten Unterschiede (mittlere Effektschätzungen) sind statistisch signifikant (stets $p < .005$).

Ältere Kinder erledigten die Transkodierungen deutlich schneller als jüngere: der Median lag bei Tv unter den älteren (> 10 Jahre) bei 38,0 s, unter den jüngeren Kindern (≤ 10 Jahre) bei 50,5 s. Abbildung 3 zeigt die relativen Effekte des Wechsels der Sprechweise in beiden Gruppen. In beiden Altersgruppen ergab sich ein sehr ähnlicher prozentualer Rückgang der Bearbeitungsdauer bei Verwendung der stellenwertgerechten Sprechweise (um 10,8 % bei den jüngeren Kindern bzw. 11,6 % bei den älteren).

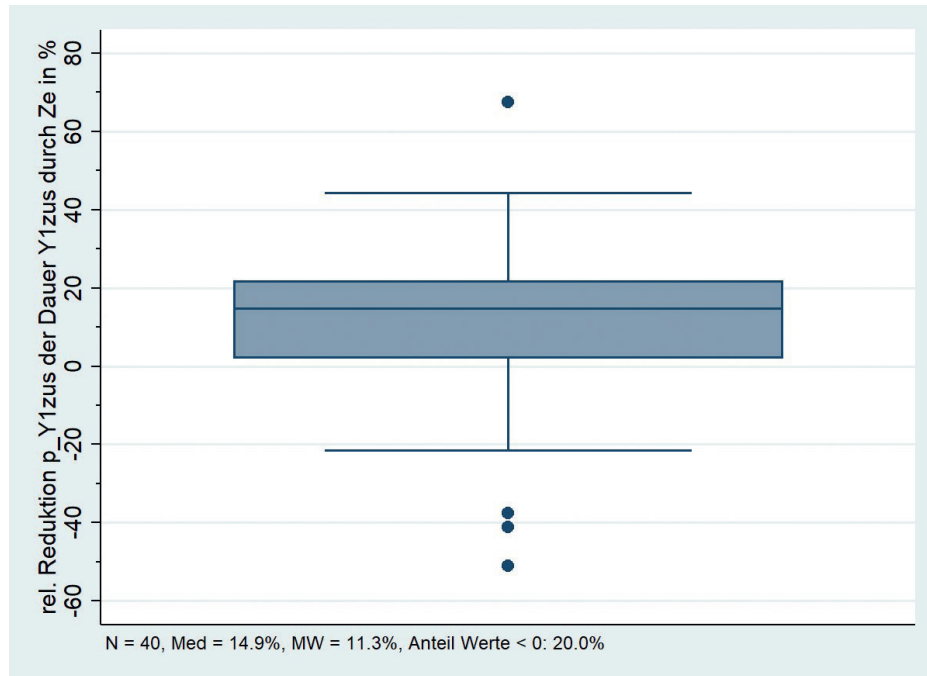


Abbildung 2. Tukey-Boxplot mit zentralem 50 %-Bereich der Daten (25 %-, 50 %- und 75 %-Perzentil), Whiskers sowie extremen Werten zur Verteilung von p_Y1zus in der Hauptanalyse; p_Y1zus ist die individuelle relative Reduktion der korrigierten Bearbeitungsdauer Y1_zus durch die Verwendung der stellenwertgerechten Sprechweise (Ze). Angegeben sind Umfang (N), 50 %-Perzentil (Med), Mittelwert (MW) und der Anteil von p_Y1zus < 0 (nachteilig für Ze).

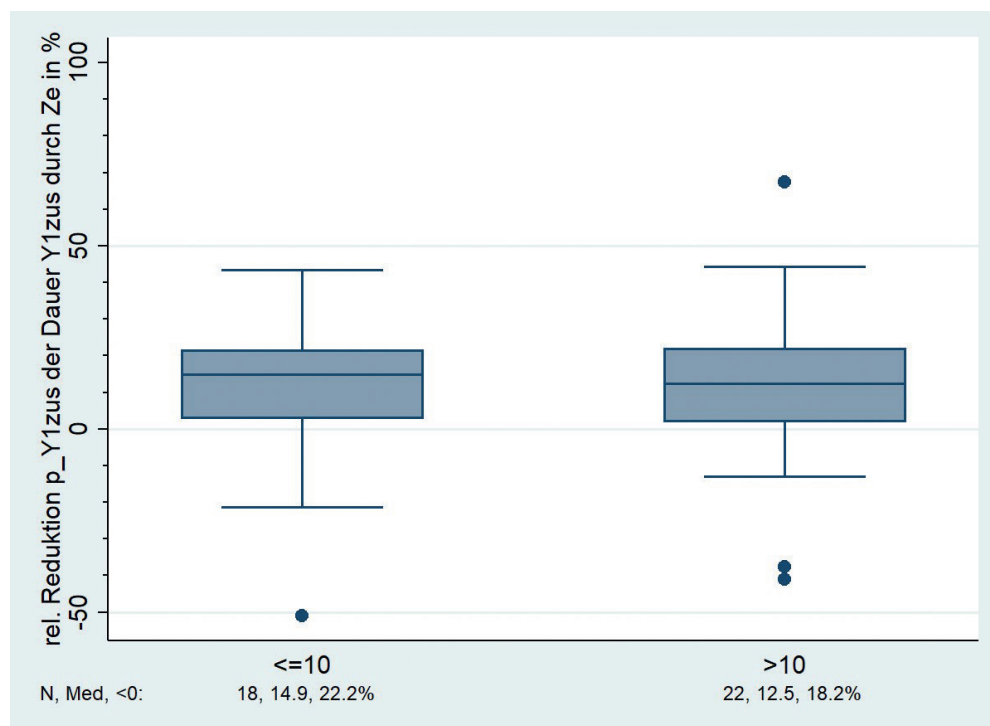


Abbildung 3. Tukey-Boxplots mit zentralen 50 %-Bereichen der Daten (25 %-, 50 %- und 75 %-Perzentil), Whiskers sowie extremen Werten zur Verteilung von p_Y1zus in der Hauptanalyse; p_Y1zus ist die individuelle relative Reduktion der korrigierten Bearbeitungsdauer Y1_zus durch die Verwendung der stellenwertgerechten Sprechweise (Ze), differenziert nach Altersgruppen (bis einschl. 10 Jahre, über 10 Jahre). Angegeben sind Umfang (N), 50 %-Perzentil (Med) und der Anteil der Werte < 0 (nachteilig für Ze).

Ähnlich fanden sich auch für die anderen Kovariablen keine klaren Hinweise auf eine Modifikation des Sprechweiseneffekts. In allen Untergruppen, definiert durch die Ausprägungen der 15 Kovariablen, ergab sich stets ein Vorteil durch die Verwendung von Ze in den vier Dauervariablen Y1, Y1zus, p_Y1 und p_Y1zus.

Hauptanalyse (2. und 4. Periode): Fehleranzahl und fehlerfreie Perioden

Beim Zahlendiktat in traditionell-verdrehter Sprechweise (Tv) unterliefen den Kindern im Mittel pro Durchgang 2,70 Fehler, bei stellenwertgerechter Sprechweise (Ze) nur 0,85 Fehler (vgl. hierzu Abb. 5). Dies bedeutet eine Reduktion der Fehleranzahl Y2 um 68,5%.

Y2neg, d.h. der Anteil fehlerfreier Durchgänge, stieg von 42,5% bei Tv auf 70,0% bei Ze, also relativ um 65% (siehe Abb. 4).

Beide (vorteilhaften) Effekte des Einsatzes der stellenwertgerechten Sprechweise Ze, sowohl auf die Anzahl der Fehler als auch auf die Anzahl der fehlerfreien Durchgänge, sind statistisch signifikant ($p < .05$).

Abbildung 5 berichtet zum Einfluss der LRS auf die Fehleranzahl Y2. Mit LRS lag die Zahl der Fehler ausgeprägt höher. In beiden Gruppen (ohne bzw. mit LRS) redu-

zierte die Sprechweise Ze die Fehleranzahl signifikant, und zwar auf 20,2% bzw. auf 33,3% der Fehlerhäufigkeit bei Tv. Für die Anzahl fehlerfreier Durchgänge Y2neg fanden wir Zuwächse durch die Verwendung von Ze in beiden Gruppen. Kinder ohne und mit LRS reagierten also mit einer Reduktion der Fehleranzahl und Erhöhung der fehlerfreien Perioden auf den Einsatz von Ze. Die relativ stärkeren Ze-Effekte bei Fehlen einer LRS, also bei in diesem Sinne isoliert vorliegender Rechenschwäche, sind allerdings statistisch nicht signifikant.

In allen Untergruppen, definiert durch die Ausprägungen der 15 Kovariablen, ergab sich stets ein Vorteil durch die Verwendung von Ze in den beiden Fehlervariablen Y2 und Y2neg. Wir fanden keine belastbaren Hinweise auf Modifikationen (eine Ausnahme: Variable „Schulwechsel“ und Y2).

ESM6 enthält Details zu den Ergebnissen inkl. Sensitivitätsanalyse, also zur gleichzeitigen Auswertung aller 4 Perioden.

Vergleich mit zwei österreichischen Studien

Die relative mittlere Reduktion der Bearbeitungsdauer Y1 durch Ze lag in den beiden österreichischen Untersuchungen bei 17,8% (Schmid, 2023) sowie 17,4% (Kramer

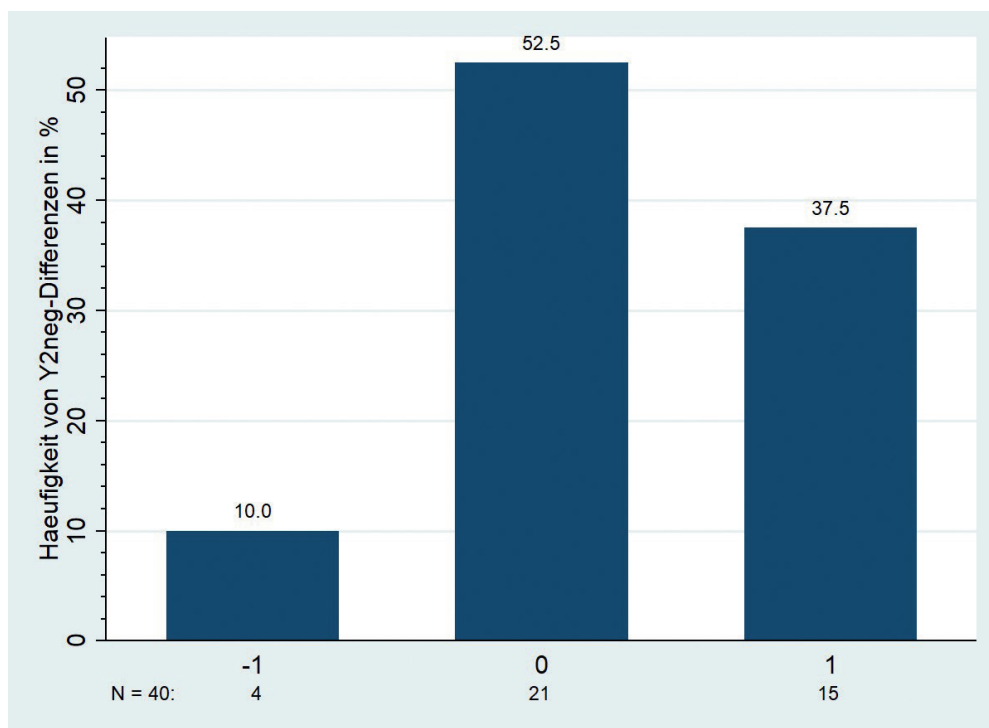


Abbildung 4. Verteilung der Differenzen von Y2neg (Indikator für fehlerfreie Periode) in der Hauptanalyse. Angegeben sind der Umfang (N) und die Anzahlen (unter den Säulen) sowie Prozentsätze (auf den Säulen) der negativ-diskordanten (-1, nachteilig für Ze), konkordanten (0, neutral) und positiv-diskordanten Paare (1, vorteilig für Ze) aus den individuell gematchten Daten mit traditionell-verdrehter Sprechweise (Tv) bzw. stellenwertgerechter Sprechweise (Ze) im Zahlendiktat.

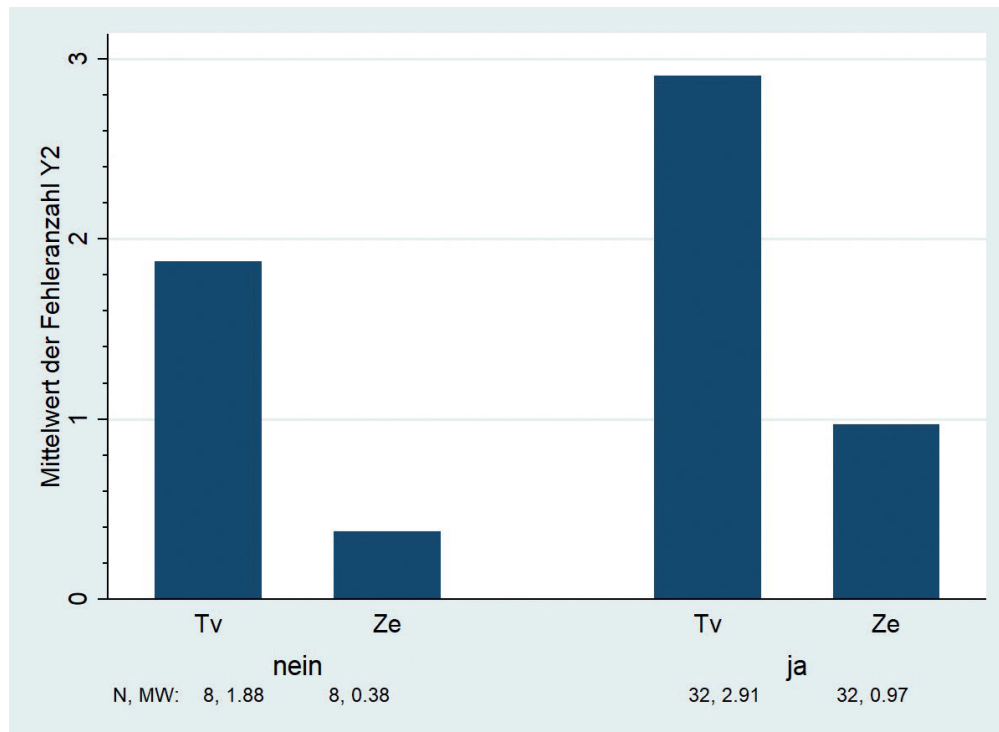


Abbildung 5. Mittelwert von Y2 (Fehleranzahl) in der Hauptanalyse, differenziert nach der Sprechweise im Zahlendiktat (Tv: traditionell-verdreht, Ze: stellenwertgerecht) und dem Vorliegen von LRS (nein, ja). Angegeben sind der Umfang (N) und die Mittelwerte (MW).

et al., 2025; Kramer et al., 2026), in dieser Studie zu rechenschwachen Kindern bei 17,3% (stets Ergebnisse der Hauptanalysen). Eine Metaanalyse dieser Daten ergab erwartungsgemäß keinen Hinweis auf eine Heterogenität (Details siehe ESM6).

Diskussion

Effekte einer stellenwertgerechten Sprechweise

In der Studie fungierte jedes Kind als seine eigene Referenz, weshalb alle im Kind konstanten Kovariablen keinen Störeinfluss (Confounding) ausüben konnten, wie Geschlecht, Alter, Sozialstatus, Zahl der Geschwister, Grad der Unterstützung durch das Elternhaus, Unterrichtsstil der Lehrperson, Sitzplatz in der Klasse usw. Durch Regressionsanalysen mit festen Effekten wurde dieser Vorteil in der Auswertung optimal genutzt (Allison, 2009).

Unsere Untersuchung belegt statistisch gesicherte Vorteile (Zunahme der Bearbeitungsgeschwindigkeit, Abnahme der Fehleranzahl, Zunahme fehlerfreier Bearbeitungen) einer stellenwertgerechten Sprechweise (Ze) für rechenschwache Schulkinder beim Zahlendiktat, verglichen mit traditionell-verdrehter Sprechweise (Tv). Diese Vorteile

ergaben sich, obwohl die Kinder keine pädagogische Einführung in die stellenwertgerechte Sprechweise mit entsprechenden Übungen erhalten hatten. Die Effekte sind ausgeprägt: die Bearbeitungsdauer wurde im Mittel um 7 s verringert (die im Durchschnitt unterschiedliche Diktatlänge in Tv und Ze ist berücksichtigt). Die Fehlerhäufigkeit wurde auf 30% reduziert, die Anzahl fehlerfreier Bearbeitungen wurde um mehr als 50% erhöht.

Die Sensitivitätsanalyse (gleichzeitige Auswertung aller vier Perioden) ergab grundsätzlich die gleichen Befunde, aber weniger ausgeprägt als in der Hauptanalyse, was aufgrund einer Effekt-maskierenden Überlagerung mit Einübungs- und Lernprozessen an der App zu erwarten war. Die deutliche Abhängigkeit der Effekte von der Sequenz (nur in der Sensitivitätsanalyse) begründet nachträglich die durchgeführte Randomisierung der beiden Sprechweisenfolgen sowie die Beschränkung auf die Perioden 2 und 4 in der Hauptanalyse. Damit wurde systematischen Verzerrungen durch Sequenz- und Lerneffekte erfolgreich vorgebeugt.

Die für rechenschwache Kinder ermittelten Ergebnisse sind ähnlich zu den Befunden aus den Untersuchungen an österreichischen Schulkindern (Schmid, 2023; Kramer et al., 2025; Kramer et al., 2026), wenn relative Maße zur Effektbeschreibung gewählt werden. Dies gilt insbesondere für die Reduktion der Bearbeitungsdauer durch den Einsatz von Ze. Aus dem beschriebenen homogenen Befund

zu den relativen Werten, also aus ähnlichen Prozentsätzen, darf allerdings nicht geschlossen werden, dass die Effekte auch absolut sehr ähnlich sind, also gemessen in s.

Unsere Ergebnisse unterstützen Befunde aus den Niederlanden, wonach Kinder mit kognitiven Einschränkungen (IQ-Werte 50 bis 79) von der Verwendung einer stellenwertgerechten Sprechweise profitieren (van Luit & van der Molen, 2011).

Die ermittelten Nachteile einer Sprache mit verdrehten Zahlwörtern lassen sich aus neurowissenschaftlicher Perspektive am ehesten auf die höheren Anforderungen an das Arbeitsgedächtnis zurückführen. Bei rechenschwachen Kindern fällt dies besonders ins Gewicht, da bei ihnen komorbid häufig entwicklungsbezogene Kapazitätseinschränkungen festgestellt werden können (siehe hierzu ESM7).

Limitationen

Dem limitierten Umfang der Untersuchung ist geschuldet, dass keine Interaktionen der interessierenden 15 Kovariablen in konsistenter Weise statistisch gesichert werden konnten. Laut Studienplanung war dies auch nicht angestrebt, sondern lediglich eine klare Beantwortung der Forschungsfragen 1 und 2 zu den Haupteffekten. Allerdings ist zu betonen, dass sich für jede der untersuchten Zielgrößen Y1, Y1zus, Y2 und Y2neg in allen Untergruppen, die mit den 15 Variablen gebildet werden konnten, stets ein Gewinn bei Verwendung von Ze einstellte. Weitere Studien an rechenschwachen Kindern mit der Zwanzigeins-App erscheinen sinnvoll, um das Umfangsproblem bei der Messung von Effektmodifikationen zu verringern.

Relevanz für die Praxis

Ohne spezifische Förderung und Therapie ist die Entwicklungsprognose von Rechenschwächen ungünstig. Sie persistieren bis ins Erwachsenenalter insbesondere auch wegen der im schulischen Entwicklungsverlauf zunehmenden spezifischen Mathematikängste und den daraus folgenden Vermeidungshaltungen (Kaufmann und von Aster, 2012; Landerl, Vogel & Kaufmann, 2017). Grundsätzlich ist unser Gehirn in hohem Maße neuroplastisch und passt sich mit dem Lernen den Erfordernissen der Lebensbewältigung fortwährend an. Neuronale Entwicklungsdefizite können daher durch gezielte Förderprogramme moduliert und vermindert werden (Aster et al., 2024, S. 1301f). Lorenz führt dementsprechend aber auch aus, dass „ungünstige Szenarien“ im schulischen Kontext dem Kind in seiner arithmetischen Entwicklung nicht nur nicht helfen, sondern es im Gegenteil auch behindern könne, was da-

zu führe, dass Kinder „nicht durch, sondern trotz des Mathematikunterrichts lernen“ (Lorenz, 2013, S.182). Unzureichende pädagogisch-didaktische Maßnahmen können für Kinder mit Lernschwierigkeiten also dazu führen, dass Schwierigkeiten persistieren und sich z.B. zu einer ausgeprägteren Form der Beeinträchtigung entwickeln (u. a. Ginsburg et al., 1998; Reusser, 2000; beide zitiert nach Delazer, Handl, Kaufmann & Pixner, 2013, S. 231 und S. 236).

Deshalb sollten Anstrengungen unternommen werden, existierende Lernbarrieren nach Möglichkeit abzubauen. Die Eigentümlichkeit der deutschen Sprache bei der Konstruktion von Zahlwörtern stellt eine solche Barriere dar. Die hohe kulturelle Bedeutung des Stellenwertsystems für jede moderne Gesellschaft (Morfeld und Geritzen, 2024) erfordert jedoch einen möglichst einfachen Zugang zu diesem wichtigen immateriellen Kulturerbe – möglichst für alle.

Es sollte daher ein wesentlicher Bestandteil der Mathematikdidaktik und -förderung sein, die Eigenart der deutschen Zahlwörter und die damit verbundenen Schwierigkeiten besonders zu adressieren.

Gerade rechenschwache Kinder und Jugendliche sollten befähigt werden, Vertrauen in die eigenen mathematischen Kompetenzen zu erwerben, was primär über lernbezogene Erfolgserlebnisse geschehen kann (Schuchardt et al., 2015, S. 523). Aus pädagogischer und therapeutischer Sicht und vor dem Hintergrund defizitärer Arbeitsgedächtniskapazitäten, mit denen sich rechenschwache Kinder häufig konfrontiert sehen, sollte jede unnötige Barriere vermieden werden, um lernbezogene Erfolgserlebnisse zu ermöglichen. Denn jede Hürde, die überwunden werden muss, kann für lern- und rechenschwache Kinder zu einer erneuten Bestätigung des eigenen Versagens führen und zur Entstehung negativer Kreisläufe beitragen (Betz und Breuninger, 1998). Wesentliche Faktoren für Rechenschwäche sind Störungen in der Entwicklung der basalen Zahlenrepräsentation (van Eimeren und Ansari, 2009, S. 31). Eine stellenwertgerechte Zahlensprechweise entlastet das Arbeitsgedächtnis und erleichtert das Verständnis des Stellenwertsystems, die Herausbildung einer mentalen Zahlraumvorstellung und letztlich den Erwerb arithmetischer Kompetenzen. Die unverdrehte Sprechweise sollte daher neben der traditionellen im Mathematikunterricht und in der Lerntherapie im Sinne einer Fachsprache verwendet sowie neben der traditionell-verdrehten Form als eine korrekte Zahlensprechweise dargestellt und anerkannt werden. Gaidoschik (2015, S. 177; 2021, S. 171) und Eckstein (2020, S. 43–45) verweisen unterstützend auf dementsprechende Bemühungen der Zwanzigeins-Initiative, eine stellenwertgerechte Zahlensprechweise populär und gesellschaftsfähig zu machen (Zwanzigeins e.V., 2025).

„Die Zahlnamen, die die Nutzer der deutschen Sprache über die Jahrhunderte hinweg generiert und toleriert haben, warten noch auf regulierende Anpassungen zur Beseitigung ihrer historisch bedingten logischen Anomalien, so dass in Zukunft dem mathematisch-logischen Bildungsgesetz des Dezimalsystems auch in der deutschen umgangssprachlichen Zahlnamensgebung vollends Rechnung getragen wird“ (Schwank, 2013, S. 99). Die Motivation zu einer solchen deutlich über die Einführung einer Fachsprache hinausgehenden, gesellschaftsbezogenen Reform liegt in der Kompliziertheit der Verdrehregeln zur Beherrschung der traditionellen deutschen Zahlwörter (Poltz, Aster, Wagner & Ehlert, 2025, S. 59). Wir demonstrieren diese Kompliziertheit der Regeln an der Beispielzahl 45678 in ESM8.

In Norwegen wurde vor ca. 75 Jahren deshalb die bis dahin verdrehte, dem Deutschen ähnliche Zahlensprechweise nachhaltig reformiert (Vannebo, 2008). Auch im Walisischen wurden strikt stellenwertgerechte Zahlwörter eingeführt (Zwanzigeins e. V., 2025). Wir fanden – in Übereinstimmung mit psychologischen Studien an Erwachsenen (Lonnemann und Yan, 2015; Hayek, Karni & Eviatar, 2019; Lewis, Bahn Müller, Wesierska, Moeller & Göbel, 2020; Hayek, Dorfberger, Eviatar & Karni, 2025) – in unserer Untersuchung bei der deutlich überwiegenen Mehrheit der rechenschwachen Kinder keine Belege für abträgliche Interferenzen durch Verwendung beider Sprechweisen. Verdrehte sowie stellenwertgerechte Zahlensprechweisen können, wie das Tschechische zeigt, selbst im Alltag gut nebeneinander existieren (Himmel, 2008).

Weitere Befunde, Hypothesen und Vorschläge für eine Berücksichtigung der Inversionsproblematik wären auch für die Untersuchung von Kindern auf Rechenschwäche wichtig. Denn zu einem guten Test auf Rechenschwäche gehört auch das Schreiben von Zahlen nach Diktat, ebenso das Lesen von Zahlen. Schließlich ist entscheidend, frühzeitig zu intervenieren und individuelle Fördermaßnahmen zu entwickeln, um diesen Kindern zu helfen, das korrekte Transkodieren zu automatisieren und sodann ihr Lernpotenzial voll auszuschöpfen (von Aster et al., 2024).

Die Intransparenz zwischen geschriebenen und gesprochenen mehrstelligen Zahlen im Deutschen stellt für Kinder mit und ohne Rechenschwäche eine große Herausforderung dar. Daher wäre eine stärkere Beachtung der Zahlwortproblematik in der Grundschuldidaktik angemessen und auch im Rahmen einer Förderung für rechenschwache Kinder indiziert. Es bedarf der Sensibilisierung von pädagogischem und therapeutischem Personal, von Eltern, Betroffenen und Interessierten sowie der Information über die Zusammenhänge von Zahlensprechweise, Transkodieren von Zahlen, Arbeitsgedächtnis und Mathematikleistungen besonders in Bezug auf rechenschwache Kinder. Solange der Anspruch auf Veränderung nicht aus-

drücklich unterstützt und die Forderung nach stellenwertgerechten Zahlwörtern nicht umgesetzt worden ist, bleibt die große Herausforderung bei den Pädagogen und Lerntherapeuten, diese Hürde der deutschen Sprache ausführlich zu adressieren und mit den Kindern Wege zu finden, diese zu meistern.

Elektronische Supplemente (ESM)

Die elektronischen Supplemente sind mit der Online-Version dieses Artikels verfügbar unter <https://doi.org/10.1024/2235-0977/a000526>.

ESM1. Empirische Erkenntnisse zu Auswirkungen einer verdrehten Zahlensprechweise, im Wesentlichen aus Psychologie und Neurowissenschaft.

ESM2. Relevanz von Transkodieraufgaben für die Fragestellung.

ESM3. Basisdaten zur Studiendurchführung und Vorgaben für die Studierenden.

ESM4. Definition und Häufigkeitsverteilungen von Kovariablen.

ESM5. Detaillierte Darstellung der Methoden.

ESM6. Detaillierte Darstellung der Ergebnisse.

ESM7. Neuropsychologische Erklärungsansätze.

ESM8. Kompliziertheit der Verdrehregeln.

Literatur

- Allison, P. D. (2009). *Fixed Effects Regression Models*. Los Angeles: SAGE.
- Andersson, U. & Östergren, R. (2012). Number magnitude processing and basic cognitive functions in children with mathematical learning disabilities. *Learning and Individual Differences*, 22, 701 – 714.
- Aster, M. G. von, Kaufmann, L., McCaskey, U. & Kucian, K. (2024). Rechenstörungen im Kindes- und Jugendalter. In J. M. Fegert, F. Resch, M. Kaess, M. Döpfner, K. Konrad, T. Legenbauer, P. Plener (Hrsg.), *Psychiatrie und Psychotherapie des Kindes- und Jugendalters* (3. Aufl., S. 1289 – 1308). Berlin: Springer.
- Betz, D. & Breuninger, H. (1998). *Teufelskreis Lernstörungen: Theoretische Grundlegung und Standardprogramm* (5. Aufl.). Weinheim: Beltz.
- Bundeskanzleramt der Republik Österreich. (2012). *Lehrplan der Volksschule*. BGBl. Nr. 134/1963 in der Fassung BGBl. II Nr. 303/2012 vom 13. September 2012. Zugriff am 24.03.2026 unter https://www.bmb.gv.at/dam/jcr:b89e56f6-7e9d-466d-9747-fa739d2d15e8/lp_vs_gesamt_14055.pdf
- Bundeskanzleramt der Republik Österreich. (2023). *Lehrplan der Volksschule*. BGBl. II – Ausgegeben am 2. Jänner 2023 – Nr. 1. Zugriff am 24.03.2026 unter https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/BgblAuth/BGBLA_2023_II_1/Anlagen_0001_CE7F0AA2_A925_4A4D_8C3C_355D12BD22D1.pdfsig
- Delazer, M., Handl, P., Kaufmann, L. & Pixner, S. (2013). Wie Kinder rechnen lernen und was ihnen dabei hilft. Eine kognitiv-neuropsychologische Perspektive. In M. von Aster & J. H. Lorenz (Hrsg.), *Rechenstörungen bei Kindern. Neurowissenschaft, Psy-*

- chologie, Pädagogik (2. Aufl., S. 231 – 249). Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.
- Eckstein, B. (2020). *Verdrehte Zahlwörter. Trick zehnsieben hilft!* Dunum: Eigenverlag Berthold Eckstein.
- Gaidoschik, M. (2015). Einige Fragen zur Didaktik der Erarbeitung des „Hunderterraums“. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 35, 163 – 190.
- Gaidoschik, M. (2021). *Rechenschwäche verstehen – Kinder gezielt fördern*. Hamburg: Persen.
- Ginsburg, H. P., Klein, A. & Starkey, P. (1998). The development of children's mathematical thinking: Connecting research with practice. In W. Damon, I. E. Siegel & K. A. Renninger (Eds.), *Handbook of child psychology: Vol. 4. Child psychology in practice* (5th Ed., pp. 401 – 476). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
- Glikzman, Y., Kaufmann, L. & Henik, A. (2025). *Developmental Dyscalculia: From Brain Mechanisms to Educational Applications*. London: Elsevier. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-443-22224-5.00003-5>
- Haller, B. & Gümüs, Z. (2023). *Der schulische Umgang mit Rechenschwierigkeiten. Eine Handreichung*. Wien: Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung. Zugriff am 24.03.2026 unter https://www.schulpsychologie.at/fileadmin/upload/lernen_leistung/Dyskalkulie/Rechenschwaeche_web.pdf
- Hartwig, V. (2025). *Zwanzigeins vs. einundzwanzig: Profitieren rechenschwache Kinder in Bezug auf die Fehlerzahl von einer stellenwertgerechten Sprechweise? Eine empirische Untersuchung*. Masterarbeit, Pädagogische Hochschule Schwäbisch Gmünd, Zentrum für Wissenstransfer. Verfügbar unter https://zwanzigeins.jetzt/downloads/Hartwig%20V_2025_Masterarbeit.pdf
- Hayek, M., Karni, A. & Eviatar, Z. (2019). Transcoding number words by bilingual speakers of Arabic: writing multi-digit numbers in a units-decades inverting language. *Writing Systems Research*, 11, 188 – 202.
- Hayek, M., Dorfberger, S., Eviatar, Z. & Karni, A. (2025) Transcoding number words to multi-digit numerals: the strange case of Arabic bilinguals. *Psychological Research*, 89, 70.
- Himmel, B. (2008). Die Sprechweise im Tschechischen: Geschichte und Gegenwart. In L. Gerritzen (Hrsg.), *Zwanzigeins – für die unverdrehte Zahlensprechweise* (S. 124 – 126). Bochum: Brockmeyer.
- Kaufmann, L. & Aster, M. G. von (2012). The diagnosis and management of dyscalculia. *Deutsches Ärzteblatt International*, 109, 767 – 778.
- Klein, E., Bahnmüller, J., Mann, A., Pixner, S., Kaufmann, L., Nürk, H.C. et al. (2013). Language influences on numerical development – Inversion effects on multi-digit number processing. *Frontiers in Psychology/Developmental Psychology*, 4, 1 – 6.
- Kramer, S., Morfeld, P. & Summer, A. (2025). Zwanzigeins – Empirische Studie zur Transkodierung zweistelliger Zahlen in inverser und stellenwertgerechter Sprechweise. In L. Schick, M. Platz & A. Lambert (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2025* (926 – 929). Münster: WTM-Verlag für wissenschaftliche Texte und Medien. Zugriff am 24.03.2026 unter <https://eldorado.tu-dortmund.de/server/api/core/bitstreams/861cb472-95c8-4fd5-9c60-e921d90a3dd1/content>
- Kramer, S., Morfeld, P. & Summer, A. (2026). Zwanzigeins – Empirische Studie zur Transkodierung zweistelliger Zahlen in inverser und stellenwertgerechter Sprechweise. Manuskript eingereicht.
- Kuhl, A. (2025). *Zwanzigeins vs. einundzwanzig: Profitieren rechenschwache Kinder in Bezug auf die Dauer von einer stellenwertgerechten Sprechweise? Eine empirische Untersuchung*. Masterarbeit, Pädagogische Hochschule Schwäbisch Gmünd, Zentrum für Wissenstransfer. Verfügbar unter https://77lw780y81stz7zy4g9m6lmx.justedit.com/downloads/Kuhl%20A_2025_Masterarbeit.pdf
- Landerl, K., Bevan, A. & Butterworth, B. (2004). Developmental dyscalculia and basic numerical capacities: a study of 8 – 9-year-old students. *Cognition*, 93, 99 – 125.
- Landerl, K., Vogel, S. & Kaufmann, L. (2017). *Dyskalkulie* (3. Aufl.). München/Basel: Ernst Reinhardt Verlag.
- Lewis, C. A., Bahnmüller, J., Wiesierska, M., Moeller, K. & Göbel, S. M. (2020). Inversion effects on mental arithmetic in English- and Polish-speaking adults. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 73, 91 – 103.
- Lonnemann, J. & Yan, S. (2015). Does number word inversion affect arithmetic processes in adults? *Trends in Neuroscience and Education*, 4, 1 – 5.
- Lorenz, J. H. (2013). Grundlagen der Förderung und Therapie. Wege und Irrwege. In M. von Aster & J. H. Lorenz (Hrsg.), *Rechenstörungen bei Kindern. Neurowissenschaft, Psychologie, Pädagogik* (2. Aufl., S. 181 – 194). Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.
- Morfeld, P. & Gerritzen, L. (2024). *Stellenwertsystem und Ziffernrechnen als immaterielles Kulturerbe der Menschheit: ein eigener Unterrichtsgegenstand für die Mathematik?* Zugriff am 24.03.2026 unter <https://zwanzigeins.jetzt/aktivitaeten/projekte/stellenwertsystem>
- Morfeld, P. & Summer, A. (2024). Zwanzigeins. *Lernen und Lernstörungen*, 13, 1 – 3. <https://doi.org/10.1024/2235-0977/a000429>.
- Poltz N., Aster M. G. von, Wagner L. & Ehlert A. (2025). The role of language in developing mathematics and mathematical difficulties. In Y. Glikzman, L. Kaufmann & A. Henik (Eds.), *Developmental Dyscalculia: From Brain Mechanisms to Educational Applications* (pp. 57 – 80). London: Elsevier.
- Prediger, S. (2016). Wer kann es auch erklären? Sprachliche Lernziele definieren und verfolgen. *Mathematik differenziert*, 2/2016, 6 – 9.
- Prediger, S. (2019). Mathematische und sprachliche Lernschwierigkeiten – Empirische Befunde und Förderansätze am Beispiel des Multiplikationskonzepts. *Lernen und Lernstörungen*, 8, 247 – 260.
- Rathgeb-Schnierer, E., Schuler, S. & Schütte, S. (2023). *Mathematikunterricht in der Grundschule Lernangebote fachorientiert, kindorientiert und differenziert gestalten*. Berlin: Springer.
- Remschmidt, H., Schmidt, M. & Poustka, F. (2012). *Multiaxiales Klassifikationsschema für psychische Störungen des Kinder- und Jugendalters nach ICD-10 der WHO – Mit einem synoptischen Vergleich von ICD-10 und DSM-IV* (6. Aufl.). Bern: Huber.
- Reusser, K. (2000). Success and failure in school mathematics: effects of instruction and school environment. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 9 (Suppl. 2), 17 – 26.
- Schmid, S. (2023). *Zwanzigeins – Eine empirisch-quantitative Untersuchung zur Zahleninversion in der zweiten Schulstufe*. Masterarbeit, Kirchliche Pädagogische Hochschule Wien/Krems. Verfügbar unter https://zwanzigeins.jetzt/downloads/Schmid_Sabine_MA_Prim_2023_final.pdf
- Schipper, W., Ebling, A. & Dröge, R. (2018). *Handbuch für den Mathematikunterricht. 2. Schuljahr*. Braunschweig: Westermann.
- Schuchardt, K., Brandenburg, J., Fischbach, A., Büttner, G., Grube, D., Mähler, C. et al. (2015). Die Entwicklung des akademischen Selbstkonzeptes bei Grundschulkindern mit Lernschwierigkeiten. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 18, 513 – 526.
- Schwank, I. (2013). Die Schwierigkeiten des Dazu-Denkens. In M. von Aster & J. H. Lorenz (Hrsg.), *Rechenstörungen bei Kindern. Neurowissenschaft, Psychologie, Pädagogik* (2. Aufl., S. 93 – 138). Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.
- StataCorp. (2015). *Stata Statistical Software: Release 14*. College Station, USA: StataCorp LP.
- van der Ven, S. H. G., Klaiber, J. D. & van der Maas, H. L. J. (2017). Four and twenty blackbirds: how transcoding ability mediates the relationship between visuospatial working memory and math in a language with inversion. *Educational Psychology*, 37, 487 – 505.
- Van Luit J. E. H. & Van der Molen M. J. (2011). The effectiveness of Korean number naming on insight into numbers in Dutch stu-

dents with mild intellectual disabilities. *Research in Developmental Disabilities*, 32, 1941 – 1947. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2011.03.028>

Vannebo, K. I. (2008). Die norwegische Zahlensprechreform von 1951. In L. Gerritzen (Hrsg.), *Zwanzigeins – für die unverdrehte Zahlensprechweise* (S.95 – 104). Bochum: Brockmeyer.

Van Eimeren, L. & Ansari, D. (2009). Rechenschwäche – eine neurokognitive Perspektive. In A. Fritz, G. Ricken, S. Schmidt (Hrsg.), *Handbuch Rechenschwäche: Lernwege, Schwierigkeiten und Hilfen bei Dyskalkulie* (S. 25 – 33). Weinheim und Basel: Beltz.

Zwanzigeins e.V. (2025). *Auch zwanzigeins und nicht nur einundzwanzig!* Zugriff am 24.03.2026 unter <https://zwanzigeins.jetzt/>

Historie

Manuskript eingereicht: 20.10.2025

Manuskript angenommen: 18.05.2026

Onlineveröffentlichung: 19.06.2026

Danksagung

Unser Dank gilt den Schulkindern an den lerntherapeutischen Einrichtungen, die an der Untersuchung teilnahmen, sowie den Leitungen der Einrichtungen, die diese Studie ermöglichten und unterstützten. Wir danken auch den gutachtenden Personen für die hilfreichen und konstruktiven Anmerkungen und Kommentare.

Autorenhinweis

Vivien Hartwig und Anna Kuhl sind gleichwertige Erstautorinnen. Michael von Aster und Peter Morfeld sind gleichwertige letzte Autoren.

ORCID

Peter Morfeld

 <https://orcid.org/0000-0003-4439-0701>



PD Dr. Peter Morfeld

Zwanzigeins e.V.
Schlossweide 7
58239 Schwerte
Deutschland
peter.morfeld@zwanzigeins.jetzt